Aplicación de las redes neuronales artificiales a la predicción del éxito empresarial. Caso particular de las empresas de nueva creación

Use of artificial neural networks in business failure prediction. Case of start-up firms

Francisco García Fernández[1], Ignacio Soret Los Santos[2], Francisco Llamazares Redondo[2], Santiago Izquierdo Izquierdo[3].

[1] Dpto. Ingeniería Forestal. E.T.S.I. Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria S/N. 28040 Madrid – España.

[2] ESIC Business and Marketing School. Avda de Valedenigrales, S/N. 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid) – España.

[3] MTP Software Quality Assurance. C/ Sta. Leonor 65; Edf. C-4. 28037 Madrid – España.

RESUMEN

Dentro de un país, el principal motor de la creación de empleo son las pequeñas y medianas empresas. Por ello surgen, desde ámbitos estatales, diferentes políticas de ayudas, enfocadas a promover de muy distintas formas la creación de estas pequeñas y medianas empresas.

Desde el punto de vista del organismo patrocinador es importante contar con una herramienta lo suficientemente fiable para diferencias aquellas ideas que tengan más probabilidad de éxito de las que no. Existen diversas líneas de investigación encaminadas a obtener modelos estadísticos para predecir el éxito empresarial basadas en variables cuantitativas como los ratios de Altman o variables cualitativas que evalúan la formación del director, la presencia en el mercado, el control sobre el producto terminado o las políticas de formación en la empresa. Sin embargo, todos estos estudios se enfocan más a empresas ya instaladas en el mercado que a empresas de nueva creación. Para este último caso, los estudios realizados son muy escasos y de resultados muy pobres.

En este estudio se pretende modelizar el éxito empresarial de empresas de nueva creación mediante la utilización de la técnica de redes neuronales artificiales partiendo tanto de datos financieros como de datos referentes a las distintas políticas de la empresa en diferentes ámbitos, como puede ser el comercial, calidad, formación o gerencial. Para obtener los datos el equipo investigador ha diseñado una encuesta específica que se realizará sobre 125 empresas de nueva creación. Para garantizar la homogeneidad de la toma de datos, las encuestas serán realizadas por el propio equipo investigador.

Las redes neuronales artificiales son una potente técnica de modelización que simula el funcionamiento de un cerebro biológico. Su uso ha experimentado un gran a partir de finales de los setenta, debido principalmente al aumento de potencia en los ordenadores y a la resolución de ciertos problemas estructurales que afectaban al modelo de red más utilizado, el perceptrón.

Aunque su principal campo de aplicación siempre ha sido el industrial, especialmente en la modelización de propiedades mecánicas de productos manufacturados, también se han utilizado en otros muchos campos que van desde la medicina a las ciencias económicas. Su característica de aproximador universal les permite modelar relaciones complejas entre variables sobre todo cuando es más importante la obtención de una solución dentro de unos márgenes aceptables que conocer la relación que existe entre las variables implicadas en el proceso.

Este estudio ayudará no sólo a diferenciar entre ideas abocadas al éxito o el fracaso, sino también permitirá detectar las posibles carencias que puedan afectar a la supervivencia de las empresas de nueva creación.

Descriptores: *Redes neuronales artificiales, éxito empresarial, modelización.*

ABSTRACT

Small and medium-sized enterprises (SME) are the driving force of economic expansion and employment creation in any country. Therefore, it is critical to promote the creation of new SMEs and maximize their chances of survival, especially in the first three critical years of their lives. Recognizing this, governments often

develop and implement diverse policies aimed at boosting entrepreneurship and supporting the creation of business initiatives, particularly those that helping SMEs in the early stages of life

From a sponsor's (e.g. the government or private business incubators) standpoint, it is important to understand the probability of survival that of new companies. Developing a model that attempts to explain the success or failure in a company from a quantitative and qualitative perspective is a research area to which significant resources have been devoted in recent times. Such a model would not only help emerging companies to predict the outcome of their venture under certain circumstances, but would facilitate detecting possible weaknesses that may result in business failure

However, the studies conducted to develop prediction models have focused more on already established companies than on start-up firms. These models have mainly been based on regression analyses of quantitative variables (e.g. Altman ratios), and qualitative variables (e.g. training manager, product quality, or training, innovation, price and quality control policies), and so far they have not been able to achieve realistic results. This is mainly because of limitations that exist in the regression fits required to model the relationships between the different variables involved. Similarly, the few business survival studies that have focused on start-up businesses have also had very poor results

In this study will an artificial neural network will be developed for business success/failure of entrepreneurship initiatives, modeling based on both financial data and qualitative information relating to various management policies. To collect data, researchers will conduct a series of personal surveys with managers from 125 companies. The surveys will be conducted by the same team of researchers to ensure the consistency of questions involving qualitative variables.

Artificial neural networks (ANN) are a technique that involves the use of mathematical structures that imitate the functioning of the biological brain. Their use of ANNs has significantly increased in the late 70's due to the high computers development and the resolution of some structural problems affecting the perceptron, one of the most used models.

The major beneficiary has been the industrial sector with the modeling of mechanical properties of manufacturing products. However, they have been applied to many other fields that range from medicine to the field of economics. The nature of ANNs as universal aproximator makes them a very useful tool for modeling processes in which obtaining a result from the initial data is more important than the relations between the variables involved.

The study will help to differentiate between successful and failure ideas, and to detect competitive weaknesses that may adversely impact their future survival of start-up companies.

Keywords: *Artificial neural networks, Enterprise solvency, Modeling.*

INTRODUCCIÓN

En el ámbito empresarial hay un gran interés en conocer de antemano si una empresa recién creada va a ser capaz de sobrevivir o no. Existen diferentes herramientas, más o menos precisas que intentan modelizar la supervivencia de una empresa a partir de una serie de datos cualitativos sobre el tipo de empresa o el mercado en el que opera, o cuantitativos, basados en sus ratios contables.

Sin embargo englobar dentro de un mismo modelo ambos tipos de variables es una tarea muy complicada y sin garantías de éxito.

La modelización basada en redes neuronales artificiales puede representar una mejora sustancial en los resultados obtenidos. Esta técnica ha sido utilizada especialmente en la modelización de procesos industriales, aunque su uso también se ha extendido a la modelización en economía especialmente en el campo bursátil o de los mercados de divisas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El emprendimiento en España

En emprendimiento en España ha sufrido una gran caída en los últimos años debido principalmente a la crisis económica que no sólo se ha cebado en las pequeñas empresas sino que ha disminuido

enormemente el crédito disponible para crear nuevas, de hecho, el capital medio invertido en poner en marcha una iniciativa empresarial ha disminuido en casi un 50% de 2008 a 2009. Cabe sólo comprobar cómo el índice de Actividad Emprendedora ha caído hasta niveles de 2004 [1].

La distribución sectorial de la actividad emprendedora también se ha visto modificada debido a la crisis. Así la mayor reducción se ha producido en el sector servicios a otras empresas, seguido del sector primario. Es el sector orientado al consumo el que mejor está resistiendo estos años, debido principalmente a la mayor facilidad y el menor coste que supone la actividad emprendedora en este campo.

El modelo actual de emprendedor en España se puede encajar en un varón (62,5% del total de emprendedores) de unos 36 años y medio, con estudios universitarios (55,4% los poseen).

Generalmente la razón que impulsa a un emprendedor a crear una nueva empresa es el reconocimiento de una oportunidad de negocio (80,1%), aunque también hay un nutrido grupo (15,8%) que se deciden a crear su propia empresa porque no tienen otro medio de vida o porque se han quedado sin trabajo y las perspectivas para encontrar uno nuevo son escasas. En este aspecto hay que resaltar que ha descendido el índice que mide la percepción de oportunidades para emprender, de personas que conocen a emprendedores o de personas con espíritu competitivo. Sin embargo ha aumentado el porcentaje de personas que se siente con conocimientos y habilidades para emprender, lo que puede ser un síntoma de una leve reactivación del interés por comenzar una nueva empresa.

Pero de esta crisis también se pueden extraer algunos datos positivos y es que las empresas que sobreviven han mejorado su competitividad debido principalmente a la inversión realizada en tecnologías de última generación.

De todas las regiones españolas, las que mejor están aguantando su actividad emprendedora son Melilla y Baleares, esta última influenciada por el sector turismo imperante en la zona, manteniéndose Cataluña la cabeza de la clasificación debido principalmente al carácter tradicional emprendedor de la población.

Cuestionario.

La supervivencia de una empresa está íntimamente relacionada con sus capacidades financieras. Sin embargo esta información no siempre es accesible para su estudio y, en algunas ocasiones, cuando es accesible no es del todo fiable.

Existen, además, otros factores cualitativos que tienen gran influencia en el éxito de la empresa como pueden ser su capacidad tecnológica, las políticas de calidad o el grado de cualificación de su personal.

En este estudio se van a combinar datos cuantitativos, procedentes de los ratios financieros con datos cualitativos que describen el tipo de empresa y su organización.

1.- Ratios Financieros.

Se van a utilizar los ratios financieros de Altman [2], [3] por ser unos de los más utilizados para predecir la solvencia empresarial.

- *Capital disponible/Activos totales*. Entendiendo por working capital como la diferencia entre las current assets y las current liabilities. Este ratio es estadísticamente significativo tanto en el análisis clásico de análisis simple como multivariante.
- *Beneficios no distribuidos/Activos totales*. Los beneficios no distribuidos son generalmente mayores para las empresas más antiguas y posicionadas que para las recientemente incorporadas. La razón de la utilización de este ratio es que las posibilidades de una bancarrota son mayores durante los primeros años de vida de una empresa.
- *Ganancias antes de interés e impuestos/Activos Totales*. Este ratio es especialmente importante a la hora de valorar distintas empresas sometidas a regímenes fiscales diferentes. Es importante en la predicción de bancarrotas desde el punto de vista de que la supervivencia de una empresa en el mercado depende directamente del potencial productivo de sus activos.
- *Capitalización bursatil/Deudas totales*. Este ratio valora la capacidad competitiva de la empresa en el mercado, muestra cuánto pueden descender los activos de la empresa antes de que sus deudas superen sus activos, llegando a una insolvencia financiera.

- *Ventas/Activos Totales*. Este ratio mide la utilización de los activos por parte de la empresa.

2.- Datos cualitativos.

La elección de los datos cualitativos está basada en los estudios previos de Aragón Sanchez y Rubio Bañón [4], [5] y Woods y Hampson [6], los cuales establecen los parámetros decisivos para estudiar el posicionamiento de la empresa y su capacidad de supervivencia.

- Tamaño de la empresa (1-3)
  - Microempresa
  - Pequeña empresa
  - Mediana empresa
- Tipo de empresa (1-2)
  - Familiar
  - Accionariado
- Perspectivas del sector (1-4)
  - Sector en gran auge
  - Sector con una leve tendencia creciente
  - Sector con una leve tendencia decreciente
  - Sector en declive
- Experiencia en el sector (1-4)
  - El director procede del sector con varios años de experiencia
  - El director procede de un sector similar al de la empresa
  - El director procede de otro sector pero tiene conocimientos en el ámbito de la empresa
  - El director desconoce inicialmente el sector de la empresa
- Política de formación en la empresa (1-4)
  - Tiene implantado un sistema de formación
  - Realizan cursos formación en la empresa pero sin un criterio de necesidad definido
  - Sólo realizan cursos de formación cuando los trabajadores lo solicitan
  - No tiene políticas de formación
- Facilidad de acceso a nuevos clientes (1-4)
  - Tiene contactos en diferentes mercados
  - Tiene un departamento de marketing orientado a la búsqueda de nuevos clientes
  - El director es el encargado de la búsqueda de nuevas oportunidades
  - No tienen pensado ampliar mercados
- Servicio de atención al cliente (1-4)
  - Constan de un departamento de atención al cliente con formularios específicos para cada ocasión
  - Constan de departamento de atención al cliente pero sin formularios específicos
  - Es la propia dirección quién atiende las quejas directamente
  - Carecen de atención al cliente
- Posicionamiento de la marca (1-4)
  - Buena: La marca es más conocida que la de sus competidores.
  - Sostenible: La marca es igual de conocida que sus competidores
  - Débil: La marca es menos conocida que la de sus competidores.
  - Nulo: La marca es desconocida prácticamente.
- Recursos tecnológicos (1-4)
  - Fuerte: la empresa desarrolla su propio software para mejorar los resultados frente a la competencia.
  - Buena: La empresa compra la tecnología fuera para mejorar sus resultados frente a la competencia.
  - Sostenible: Utiliza la misma tecnología que sus competidores.
  - Débil: Está en inferioridad de condiciones que sus competidores.
- Implantación de nuevas tecnologías: (1-4)
  - Poseen servicio de comercio electrónico
  - Poseen página WEB, así como correo electrónico.
  - Poseen correo electrónico
  - No poseen acceso a nuevas tecnologías
- Áreas de innovación de la empresa: Número de áreas de innovación en las que se han realizado inversiones (1-4):
- Política de calidad (1-4)
  - La empresa tiene registrada su política de calidad de acuerdo a la serie ISO 9000 o similares.
  - La empresa tiene implantado una política de calidad pero no está registrada.
  - La empresa está en vías de implantar un sistema de calidad.
  - La empresa no cuenta con ningún control de calidad.
- Producto terminado (1-4)
  - La empresa posee un sello de calidad nacionalmente reconocido.
  - La empresa controla la calidad de sus productos pero no posee ningún distintivo de calidad.
  - La empresa está en vías de implantar un control de calidad en sus productos.

- La empresa no realiza ningún tipo de control del producto final.

Las redes neuronales artificiales.

Las técnicas de modelización por redes neuronales artificiales han sido ampliamente utilizadas en diferentes áreas de conocimiento, incluida la economía, en especial, las predicciones de solvencia empresarial, pero para empresas ya implantadas [2], [7], [8] y [9] y en el estudio de la evolución de los mercados de divisas [10].

Las redes neuronales artificiales son unas estructuras matemáticas inspiradas en el cerebro biológico capaces de extraer el conocimiento intrínseco a un conjunto de ejemplos [11]. Se componen de una serie de de elementos denominados neuronas, interconectados entre sí (Figura. 1). Es en estas conexiones dónde se almacena el conocimiento extraído [12].

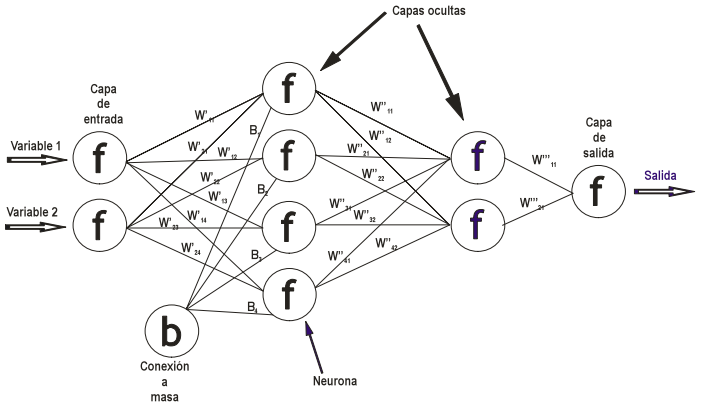

Figura 1: Esquema de una red neuronal tipo perceptrón

Existen un gran número de tipos de redes neuronales artificiales, pero de todas ellas la más utilizada es el perceptrón multicapa [13] debido a su carácter de aproximador universal de funciones, lo cual le hace especialmente apropiado para modelizar relaciones complejas entre variables en las que es más importante la obtención de un resultado dentro de unos márgenes de confianza apropiados que conocer cómo se relacionan entre si las variables implicadas en el modelo [14], [15] (Figura 1).

En el perceptrón multicapa las neuronas se encuentran organizadas en una serie de capas con conexiones exclusivamente hacia delante. La capa de entrada recibe las señales de las variables de entrada y se encarga de distribuir la información hacia las capas interiores. La capa interna, o capa oculta, es la encargada de realizar las operaciones matemáticas encaminadas a la obtención de una solución final, esta capa puede estar formada a su vez por una o varias subcapas. Finalmente la capa de salida es la encargada de mostrar el resultado obtenido por las operaciones realizadas en la capa interna. El número de neuronas de la capa de entrada coincide con la dimensión del vector de entrada, al igual que el número de neuronas de la capa de salida coincide con la dimensión del vector salida. Sin embargo no hay una metodología definida para saber a priori cómo se debe configurar nuestra red, es decir, cuantas neuronas se deben colocar en la capa interna y el número de subcapas que debe tener, por lo que el único método para obtener la configuración final es mediante prueba y error [16], teniendo en cuenta que un número pequeño de elementos en la capa interna puede impedir una correcta generalización por parte de la red, y un número muy grande de elementos no mejora sustancialmente el resultado y sí ralentiza el proceso de aprendizaje [17], [18].

Como función de transferencia se ha escogido la tangente hiperbólica sigmoidea, una variante de la tangente hiperbólica, la cual mejora el rendimiento de la red y produce una salida mucho más rápida [17], [19] (Figura 2).

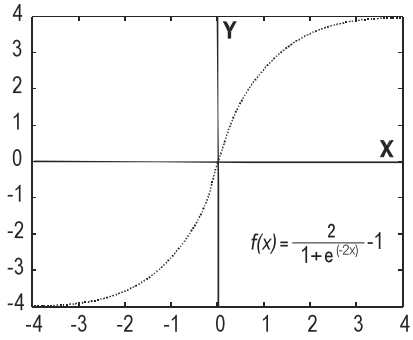

Figura 2: Función tangente hiperbólica sigmoidea.

Los datos de entrada se deben normalizar para mejorar el rendimiento de la función de transferencia mediante la siguiente ecuación (Ecuación 1)

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad (Ecuación\ 1)$$

X': valor después de la normalización del vector X

X_{min} y X_{max}: Máximo y Mínimo valor del vector X.

Como método de entrenamiento de la red se ha utilizado el aprendizaje supervisado [11], [15], [20]. En este método se presentan a la red tanto el vector

de entrada como su solución y mediante sucesivos ciclos de aprendizaje la red va obteniendo los valores de las conexiones internas. Con el fin de comprobar la correcta generalización de la red, el conjunto total de datos se ha dividido aleatoriamente y sin repetición en tres subconjuntos: el de entrenamiento (60% del total) el de validación (20% del total) y el de comprobación (20% del total).

Un problema muy común en el entrenamiento de la red es el sobrentrenamiento, su manifestación más clara es un aumento en el error en el grupo de validación frente a un progresivo descenso del error en el grupo de entrenamiento [11], [14], [15]. Para prevenirlo se ha utilizado el método de Early Stopping, descrito en el Manual del Usuario de MATLAB. Para ello, se ha comprobado cada 100 "epochs" la evolución del error tanto en conjunto de entrenamiento como en el de validación, de forma que se detectase un aumento en el error en el conjunto de validación frente a un descenso del error en el conjunto de entrenamiento, lo cual indicaría un sobreentrenamiento de la red a partir de ese punto. Para conocer la capacidad de generalización se utilizará el tercer grupo, el de comprobación. A tal fin se ha desarrollado un software específico de búsqueda (Figura 3).

```
Initilize_data

Preprocessing_data

// Sublayer loops

for h=1 to 15

   for i=1 to h

      Create_neural_network (net)

         // Training loop

         for k=1 to 500

            Train(net)

             Simulate(net)

             Avoid_overfitting

         end for //k

     end for //i

end for //h

// Final

Get_best_net

Display_results

…..
```

Figura 3: Pseudocódigo del programa de búsqueda.

Para el entrenamiento se ha utilizado el algoritmo de retropropagación resilente [19]**,** el cual mejora los resultados del aprendizaje para el caso de funciones de transferencia sigmoidea [19].
Para evaluar los resultados, tanto del proceso de entrenamiento como de validación, se ha utilizado la fórmula del grado de confianza o porcentaje de precisión [21], [22], [23], [24] (Ecuación 2).

$$GC(\%) = 100 \cdot \frac{n_{corr}}{n_{tot}} \qquad (Ecuación \quad 2)$$

GC: Grado de confianza

ncorr: Número de aciertos

ntot: Número total de datos

El conjunto de entrada está compuesto por las variables enunciadas en el apartado del cuestionario. Como conjunto de salida se ha optado por dos neuronas con valor (1; 0) para el caso de éxito y (0; 1) para el caso de fracaso. La función de transferencia produce una salida continua entre cero y uno por lo los datos de salida se utilizarán no sólo para adjudicar la empresa al grupo de éxito o fracaso, sino para conocer cuánto de cerca está de cada grupo. Así una salida de, por ejemplo, (0,8; 0,2) está más cercana al éxito que una de (0,6; 0,3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente este estudio se encuentra en la fase de recogida de datos. Han sido entrevistados 125 emprendedores sobre los que se realizará un seguimiento exhaustivo durante los próximos dos años tras los cuáles se completará el estudio.
Tras el cual se pretende contar con una herramienta que permita no sólo estimar el grado de éxito o fracaso de un emprendedor al comienzo de su andadura, sino también nos permita estudiar las carencias que presentan las personas que se embarcan en este tipo de andaduras.

RECONOCIMIENTOS

Proyecto de investigación financiado por ESIC Business and Marketing School, España.

REFERENCIAS

[1] de la Vega Garcia Pastor, J. 2010. GEM Informe Ejecutivo 2009 España. Madrid: Instituto de Empresa Madrid Emprende. 2009. Memoria de Viveros de Empresa de la Comunidad de Madrid. Madrid: Madrid Emprende.

[2] Lacher R.C., Coats P.K., Sharma S.C., Fant, L.F. 1995. A neural network for classifying the financial health of a firm. European Journal of Operational Research. 85, 53-65.

[3] Atiya A.M. 2001. Bankruptcy prediction for credit risk using neural networks: a survey and new results. IEEE Transactions on neural networks. 12(4): 929-935.

[4] Rubio Bañón A., Aragón Sánchez A. 2002. Factores explicativos del éxito competitivo. Un estudio empírico en la PYME. Cuadernos de Gestión. 2(1): 49-63.

[5] Aragón Sánchez A., Rubio Bañón A. 2005. Factores explicativos del éxito competitivo: el caso de las PyMEs del estado de Veracruz. Contaduría y Administración. 2: 35-69. http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=39512460003

[6] Woods S.A., Hampson S.E. 2005. Measuring the Big Five with single items using a bipolar response scale. European Journal of Personality. 19: 373-390.

[7] Jo H., Han I., Lee H. 1997. Bankruptcy prediction using case-based reasoning, neural Networks and discriminant analysis. Expert Systems With Applications. 13(2): 97-108.

[8] Yang Z.R., Platt M.B., Platt H.D. 1999. Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction. Journal of Business Research. 44: 67-74.

[9] Hsiao S.H., Whang T.J. 2009. A study of financial insolvency prediction model for life insurers. Expert systems with applications. 36: 6100-6107.

[10] Jalil M.A., Misas M. 2007. Evaluación de pronósticos del tipo de cambio utilizando redes neuronales y funciones de pérdida asimétricas. Revista Colombiana de Estadística. 30: 143-161.

[11] Pérez M.L., Martín Q. 2003. Aplicaciones de las redes neuronales a la estadística. Cuadernos de Estadística. La Muralla S.A. Madrid.

[12] Priore P., de la Fuente D., Pino R., Puente J. 2002. Utilización de las redes neuronales en la toma de decisiones. Aplicación a un problema de secuenciación. Anales de Mecánica y Electricidad. 79(6): 28-34.

[13] Samarasinghe S., Kulasiri D., Jamieson T. 2007. Neural networks for predicting fracture toughness of individual wood samples. Silva Fennica. 41:105-122

[14] Hornik K., Stinchcombe M., White H. 1989. Multilayer feedforward networks are universal approximators. Neural Networks. 2:359-366

[15] Hagan M.T., Demuth H.B., Beale M.H. 1996. Neural network design. PWS Pub. Co., Boston, USA

[16] Lin T.Y., Tseng C.H. 2000. Optimum design for artificial neural networks: an example in a bicycle derailleur system. Eng Applications of Artificial Intelligence. 13:3-14

[17] Cheng C. 1995. A multi-layer neural network model for detecting changes in the process mean. Computers and Industrial Engineering. 28:51-61

[18] Xu J. 2007. A genetic neural network for predicting materials mechanical properties. Third International Conference on Natural Computation ICNC 2007. 1:710-714

[19] Demuth H., Beale M., Hagan M. 2000. Neural network toolbox for use with MATLAB. User s Guide. Version 4. Math Works, Natick, MA

[20] Haykin S., 1999. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall, 2nd edition, New Jersey, USA 842 pp. ISBN: 0132733501

[21] Clark J.Y. 2003. Artificial neural networks for species identification by taxonomists. Biosystems. 72: 131-147.

[22] García Fernández F., García Esteban L., de Palacios de Palacios P., Guindeo Casasús A. 2007. Use of an Artificial Neural Network to Differentiate the Wood of Juniperus cedrus Webb & Bertel and Juniperus canariensis Guyot. Pan-American IAWA Meeting 2007, July 15-20, San Luis Potosi, México.

[23] Yuen C.W.M., Wong W.K., Qian S.Q., Chan L.K., Fung W.H.K. 2008. A hybrid model using genetic algorithm and neural network for classifying garment defects. Expert Systems with Applications. 36(2): 2037-2047.

[24] Wong W.K., Yuen C.W.M., Fan D.D., Chan L.K., Fung E.H.K. 2009. Stiching defect detection and classification using wavelet transform and BP neural network. Expert Systems with Applications. 36(2): 3845-3856.

E-mail: francisco.garcia@upm.es